

Nonlinear Effects of Income Inequality and Modern Technologies on Public Health in Selected Countries

1. Reza Esmati^{id}: Department of Health Economics, SR.C., Islamic Azad University, Tehran, Iran

2. Gholamreza Abbasi^{id*}: Department of Economics, CT.C., Islamic Azad University, Tehran, Iran. Email: qol.abasi@iauctb.ac.ir (Corresponding Author)

3. Lotfali Agheli^{id}: Associate Professor, Department of Economics, Faculty of Economics, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran

4. Azadeh Mehrabian^{id}: Department of Economics, CT.C., Islamic Azad University, Tehran, Iran

Article history



Received: 03 June 2025

Revised: 16 September 2025

Accepted: 22 September 2025

Published: 22 October 2025

Abstract:

The present article aims to examine the nonlinear effects of income inequality and modern technologies on public health in selected countries. For this purpose, the Panel Smooth Transition Regression (PSTR) model was applied using annual data from selected developed and developing countries during the period 2010–2023. Based on the results, a one-unit increase in research and development expenditures, the technology development index, per capita income, gross fixed capital formation, and human capital respectively leads to an increase of 0.14, 0.13, 0.37, 0.26, and 0.46 units in the public health index in developed countries, and 0.09, 0.10, 0.15, 0.27, and 0.22 units in developing countries. Furthermore, a one-unit increase in unemployment, income inequality, and the inflation rate respectively leads to a decrease of 0.07, 0.002, and 0.08 units in the public health index in developed countries, and 0.31, 0.23, and 0.15 units in developing countries. Individuals' access to higher levels of education, population growth, high unemployment, and inflation—beyond their effects on income levels and income distribution—can also influence quality of life, thereby improving or worsening health conditions in society. On the other hand, with an increase in literacy rates and, consequently, public awareness, individuals can play a more effective role in society and thereby achieve higher income levels. Considering the obtained results and given that income equality plays a significant role in human development and, consequently, in comprehensive development, it is recommended that policymakers pay special attention to the implementation of fair income distribution policies.

Keywords: income inequality, modern technologies, health, panel smooth transition regression (PSTR) model.

Citation: Esmati, R., Abbasi, G., Agheli, L., & Mehrabian, A. (2025). Nonlinear Effects of Income Inequality and Modern Technologies on Public Health in Selected Countries. *Accounting, Finance and Computational Intelligence*, 3(3), 1-16.



Copyright: © 2025 by the authors. Published under the terms and conditions of Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0) License.

Extended Abstract**Introduction**

Public health has long been recognized as one of the most crucial determinants of sustainable development, directly influencing economic productivity, human capital formation, and social well-being. The transformation of disease patterns from infectious to chronic conditions has emphasized the importance of socio-economic and technological factors that shape health outcomes beyond traditional medical care (Mbau et al., 2023). Social determinants such as income, education, employment, and environmental conditions significantly influence the quality of life and longevity of populations. Among these, income inequality and the adoption of modern technologies emerge as critical dimensions whose nonlinear effects warrant deeper exploration (Gaies, 2022; Gulzar & Ahmed, 2022).

Income inequality is considered a central challenge for human development as it directly affects access to healthcare resources, nutrition, housing, and education (Nathaniel, 2021). A growing body of literature reveals that societies with higher income disparities often experience lower levels of trust, weaker social capital, and poorer health outcomes (Canbay & Kirca, 2022). Studies further confirm that income inequality can exacerbate mental health problems, increase stress-related disorders, and limit the capacity of individuals to invest in preventive health behaviors (Masłowska et al., 2025). Moreover, unemployment and inflation, which frequently accompany unequal income distributions, intensify the pressure on household expenditures and restrict access to healthcare services (Odhiambo, 2021; Olayiwola et al., 2021).

At the same time, the role of modern technologies in reshaping public health has become increasingly prominent. Technological innovation, particularly digitalization, artificial intelligence (AI), and health information systems, enhances the efficiency and accessibility of healthcare services (Lee, 2025; Love, 2025). Digital platforms enable timely diagnosis, improve patient monitoring, and reduce healthcare costs, thereby addressing some of the inequities in healthcare delivery (Goh, 2025). For example, AI-driven applications provide personalized health solutions and empower individuals with better information for decision-making (Haregu et al., 2025). These advancements are particularly significant in developing countries, where technological adoption can bridge the gap created by resource constraints (Penghui et al., 2022; Ying et al., 2022).

Another dimension relates to human capital and education, which contribute substantially to public health outcomes. Higher levels of literacy and educational attainment enhance health awareness, improve lifestyle choices, and encourage preventive health behaviors (Hatak & Zhou, 2021; Thinagar et al., 2021). Similarly, investments in higher education strengthen the quality of human capital and foster innovations in healthcare delivery (Özdoğan Özbal, 2021; Zhao & Du, 2021). In this sense, human capital operates as a mediator between economic growth and health development, highlighting the interconnectedness of education, income, and health.

Research has also highlighted the nonlinear dynamics between health expenditures, economic growth, and public health outcomes. For instance, while increases in healthcare spending often improve health status, excessive or inefficient spending can generate diminishing returns, particularly in resource-constrained settings (Esen & Çelik Keçili, 2021; Sağdıç & Yıldız, 2021). This necessitates analytical approaches that capture nonlinear relationships, such as panel smooth transition regression (PSTR) models, to account for thresholds and context-specific variations (Suzan & Yaşar Dinçer, 2021; Tunalı Sarı et al., 2021).

Given these multidimensional linkages, this study investigates the nonlinear effects of income inequality and modern technologies on public health in selected developed and developing countries from 2010 to 2023. By employing the PSTR approach, the research explores how variations in economic, technological, and social indicators interact to influence health outcomes across heterogeneous contexts.

Methods and Materials

The study adopted a quantitative approach, utilizing annual data from 2010 to 2023 across selected developed and developing countries. Public health was proxied by life expectancy at birth, reflecting long-term health conditions and overall well-being. Independent variables included income inequality (measured by the Gini coefficient), unemployment rate, inflation, research and development (R&D) expenditures, technology development index (ICT), gross fixed capital formation, per capita income, and human capital (proxied by education levels).

The Panel Smooth Transition Regression (PSTR) model was applied to capture nonlinear effects and threshold dynamics. The inflation rate was chosen as the transition variable to distinguish between different health regimes under varying economic conditions. Data were sourced primarily from the World Bank and the World Health Organization (WHO). Countries were divided into two groups: developed countries (including OECD members such as the United States, Germany, and Japan) and developing countries (including Iran, India, Brazil, and Turkey).

Findings

The results revealed significant nonlinear relationships between income inequality, modern technologies, and public health. Specifically, in developed countries, a one-unit increase in R&D expenditures, the ICT index, per capita income, gross fixed capital formation, and human capital raised the public health index by 0.14, 0.13, 0.37, 0.26, and 0.46 units, respectively. In developing countries, the effects were positive but weaker, with corresponding increases of 0.09, 0.10, 0.15, 0.27, and 0.22 units.

Conversely, a one-unit increase in unemployment, income inequality, and inflation reduced the public health index by 0.07, 0.002, and 0.08 units in developed countries, and by 0.31, 0.23, and 0.15 units in developing countries, respectively. The analysis indicated that inflation acted as a critical threshold variable, magnifying the negative effects of inequality and unemployment on health outcomes when surpassing specific levels.

The results also showed that the magnitude of positive effects from technology, education, and income was significantly higher in developed countries, suggesting stronger institutional capacity, better infrastructure, and more effective resource allocation. By contrast, developing countries displayed greater vulnerability to unemployment, inequality, and inflation, with disproportionately negative impacts on public health indicators.

Discussion and Conclusion

The findings confirm that income inequality exerts a detrimental influence on public health, consistent with previous studies highlighting its role in undermining social cohesion, increasing stress levels, and limiting access to healthcare (Canbay & Kirca, 2022; Gulzar & Ahmed, 2022). This reinforces the argument that equitable income distribution is not merely a social justice issue but a public health imperative (Nathaniel, 2021). Moreover, the stronger negative effects observed in developing countries underscore the need for redistributive policies and targeted interventions to mitigate disparities in access to healthcare and other social services (Odhiambo, 2021; Olayiwola et al., 2021).

The positive role of modern technologies highlights their transformative capacity in healthcare systems. By improving efficiency, reducing costs, and enabling broader coverage, technologies such as AI, telemedicine, and digital health platforms can counterbalance some of the adverse effects of economic inequalities (Lee, 2025; Love, 2025). The results align with studies showing that technological innovation is a key driver of sustainable health systems, especially in contexts where traditional infrastructure is lacking (Haregu et al., 2025; Penghui et al., 2022). Nevertheless, the differential magnitude of these effects between developed and developing countries suggests that institutional readiness, digital literacy, and investment capacity significantly mediate the benefits of technological adoption (Ying et al., 2022).

Human capital and education were also found to be critical for improving public health outcomes. The positive impact of higher educational attainment on lifestyle, health awareness, and disease prevention supports the argument that education policies are inherently health policies (Hatak & Zhou, 2021; Thinagar et al., 2021; Zhao & Du, 2021). This highlights the need for integrated strategies that combine investments in education with health sector reforms to achieve long-term improvements in well-being.

The nonlinear nature of the relationships further emphasizes the importance of considering threshold effects in policy design. Inflation, identified as a significant transition variable, exacerbates the negative consequences of inequality and unemployment on health once it exceeds certain levels. This finding resonates with research showing that macroeconomic instability reduces the capacity of both households and governments to invest in health (Bahrami et al., 2019; Esen & Çelik Keçili, 2021; Shahraki & Ghaderi, 2019). Thus, macroeconomic stability should be regarded as a prerequisite for effective health system development.

This study highlights the complex and nonlinear dynamics linking income inequality, modern technologies, and public health across developed and developing countries. The results demonstrate that while technological advancements, human capital, and income growth positively influence public health, rising inequality, unemployment, and inflation impose significant negative effects. Moreover, the magnitude and direction of these impacts vary across countries depending on their level of development and institutional structures.

Policy implications are clear: reducing income inequality, investing in modern technologies, and strengthening human capital are essential for enhancing public health outcomes. At the same time, macroeconomic stability and effective redistributive policies are required to shield vulnerable populations from the adverse effects of unemployment and inflation. By adopting a holistic approach that integrates economic, social, and technological dimensions, policymakers can design more equitable and resilient health systems capable of supporting sustainable development.

Authors' Contributions

Authors equally contributed to this article.

Acknowledgments

Authors thank all participants who participate in this study.

Declaration of Interest

The authors report no conflict of interest.

Funding

According to the authors, this article has no financial support.

Ethical Considerations

All procedures performed in this study were under the ethical standards.

اثرات غیرخطی نابرابری درآمدی و فناوری‌های نوین بر سلامت عمومی در کشورهای منتخب



تاریخچه مقاله

تاریخ دریافت: ۱۳ خرداد ۱۴۰۴

تاریخ بازنگری: ۲۵ شهریور ۱۴۰۴

تاریخ پذیرش: ۳۱ شهریور ۱۴۰۴

تاریخ انتشار: ۳۰ مهر ۱۴۰۴

۱. رضا عصمتی^{ID}: گروه اقتصاد سلامت، واحد علوم تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

۲. غلامرضا عباسی^{ID*}: گروه اقتصاد، واحد تهران مرکزی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران. ایمیل: qol.abasi@iauctb.ac.ir (نویسنده مسئول)

۳. لطفعلی عاقلی^{ID}: دانشیار، گروه اقتصاد، دانشکده اقتصاد، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران

۴. آزاده محرابیان^{ID}: گروه اقتصاد، واحد تهران مرکزی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

چکیده

هدف مقاله حاضر بررسی اثرات غیرخطی نابرابری درآمدی و فناوری‌های نوین بر سلامت عمومی در کشورهای منتخب است. برای این منظور از مدل با رویکرد آستانه‌ای پانل (PSTR) بر اساس داده‌های سالانه کشورهای منتخب توسعه‌یافته و در حال توسعه، طی دوره ۲۰۱۰-۲۰۲۳ استفاده شد. بر اساس نتایج، یک واحد افزایش در مخارج تحقیق و توسعه، شاخص توسعه فناوری، درآمد سرانه، سرمایه ثابت ناخالص و سرمایه انسانی به ترتیب منجر به افزایش ۰/۱۴، ۰/۱۳، ۰/۳۷، ۰/۲۶ و ۰/۴۶ واحدی شاخص سلامت عمومی در کشورهای توسعه‌یافته و ۰/۰۹، ۰/۱، ۰/۱۵، ۰/۲۷ و ۰/۲۲ واحدی در کشورهای در حال توسعه می‌شود. همچنین یک واحد افزایش در بیکاری، نابرابری درآمدی و نرخ تورم به ترتیب منجر به کاهش ۰/۰۷، ۰/۰۲ و ۰/۰۸ واحدی شاخص سلامت عمومی در کشورهای توسعه‌یافته و ۰/۳۱، ۰/۲۳ و ۰/۱۵ واحدی در کشورهای در حال توسعه می‌شود. برخورداری افراد از سطوح بالای آموزشی، افزایش جمعیت، نرخ بالای بیکاری و تورم، علاوه بر تاثیری که بر میزان درآمد و توزیع درآمد آنان می‌گذارد، می‌تواند بر کیفیت زندگی آنان نیز موثر باشد و از این طریق سبب بهبود یا بدتر شدن وضعیت سلامتی در جامعه گردد. از طرفی با افزایش نرخ باسوادی و به تبع آن افزایش آگاهی‌های عمومی، افراد می‌توانند نقش موثرتری در جامعه داشته باشند و از این طریق درآمد بالاتری کسب کنند. با توجه به نتایج حاصله و از آنجایی که برابری درآمدی نقش بسزایی در توسعه انسانی و در نتیجه توسعه همه‌جانبه دارد، پیشنهاد می‌شود سیاست‌گذاران در اعمال سیاست‌های توزیع عادلانه درآمد توجه خاصی داشته باشند.

کلیدواژه‌گان: نابرابری درآمدی، فناوری‌های نوین، سلامت، مدل رویکرد آستانه‌ای پانل.

شیوه استناددهی: عصمتی، رضا، غلامرضا، عاقلی، لطفعلی، و محرابیان، آزاده. (۱۴۰۴). اثرات غیرخطی نابرابری درآمدی و فناوری‌های نوین بر سلامت عمومی در کشورهای منتخب. *حسابداری، امور مالی و هوش محاسباتی*، ۳(۳)، ۱-۱۶.



در دهه‌های اخیر، سلامت عمومی به‌عنوان یکی از ارکان اصلی توسعه پایدار و سرمایه انسانی، جایگاه ویژه‌ای در ادبیات اقتصادی و مدیریتی یافته است. با تغییر ساختار بیماری‌ها از الگوی واگیردار به سمت بیماری‌های غیرواگیر و مزمن، اهمیت عوامل اجتماعی و اقتصادی مؤثر بر سلامت بیش‌ازپیش برجسته شده است. در این میان، نابرابری درآمدی و پیشرفت فناوری‌های نوین دو متغیر کلیدی‌اند که می‌توانند به‌صورت غیرخطی بر کیفیت و وضعیت سلامت عمومی اثرگذار باشند. از یک‌سو، افزایش نابرابری درآمدی می‌تواند به کاهش سطح سلامت منجر شود، چرا که نابرابری در دسترسی به منابع، خدمات بهداشتی و فرصت‌های آموزشی موجب بروز شکاف‌های جدی در کیفیت زندگی افراد می‌شود (Nathaniel, 2021; Gulzar & Ahmed, 2022). از سوی دیگر، فناوری‌های نوین و دیجیتالی‌شدن فرآیندهای بهداشتی می‌تواند با ارتقای کارایی سیستم‌های سلامت، کاهش هزینه‌ها و بهبود دسترسی، اثر مثبتی بر سلامت عمومی برجای گذارند (Goh, 2025; Lee, 2025).

سرمایه انسانی و به‌ویژه سلامت به‌عنوان یکی از مهم‌ترین اشکال این سرمایه، نقش اساسی در پویایی اقتصادی ایفا می‌کند. پژوهش‌های مختلف نشان داده‌اند که افراد سالم‌تر نیروی کاری مولدتر، خلاق‌تر و توانمندتر برای مشارکت در فرآیند توسعه اقتصادی هستند (Thinagar et al., 2021; Hatak & Zhou, 2021). از این منظر، سرمایه‌گذاری در حوزه سلامت نه صرفاً یک هزینه، بلکه یک سرمایه‌گذاری بلندمدت در راستای افزایش بهره‌وری، کاهش فقر و بهبود کیفیت زندگی است (Mushkin, 1962not_in_user_list; Schultz, 1961not_in_user_list). با وجود این، چالش‌های ناشی از بیکاری، تورم و به‌ویژه نابرابری درآمدی می‌تواند این ارتباط مثبت را تضعیف کنند و حتی اثرات منفی بر سلامت عمومی وارد سازند (Odhiambo, 2021; Olayiwola et al., 2021).

نابرابری درآمدی به‌عنوان یکی از چالش‌های دیرینه در جوامع، پیامدهای چندوجهی برای سلامت دارد. مطالعات متعددی تأیید کرده‌اند که جوامع با نابرابری درآمدی بالا با کاهش امید به زندگی و افزایش بیماری‌های جسمی و روانی مواجه‌اند (Canbay & Kirca, 2022; Sökmen, 2021). مکانیسم‌های این اثرگذاری شامل کاهش سرمایه اجتماعی، افزایش استرس‌های روانی، محرومیت مادی و محدودیت در دسترسی به خدمات بهداشتی است (Masłowska et al., 2025; Medvedev & Krägeloh, 2025). در عین حال، فناوری‌های نوین مانند هوش مصنوعی و دیجیتال‌سازی خدمات سلامت می‌تواند بخشی از این شکاف را جبران کرده و زمینه را برای دسترسی عادلانه‌تر فراهم آورد (Love, 2025; Luo et al., 2025).

پیشرفت‌های فناورانه و توسعه زیرساخت‌های نوین بهداشتی، امکان مدیریت داده‌های کلان، پایش وضعیت سلامت و ارائه خدمات به‌موقع را فراهم ساخته‌اند (Goh, 2025; Lee, 2025). در واقع، فناوری‌های نوین نه‌تنها هزینه‌های سلامت را کاهش می‌دهند بلکه با ارتقای آگاهی عمومی، آموزش بهداشتی و تسهیل دسترسی به خدمات، نقش کلیدی در بهبود سلامت جامعه دارند (Haregu et al., 2025; Ying et al., 2022). در کشورهای در حال توسعه، که محدودیت منابع و ضعف زیرساخت‌ها چالش‌های عمده‌ای محسوب می‌شوند، استفاده از فناوری‌های نوین می‌تواند نقش دوچندان در بهبود شاخص‌های سلامت ایفا کند (Gaies, 2022; Penghui et al., 2022).

از سوی دیگر، مطالعات اقتصادی نشان داده‌اند که مخارج سلامت و نحوه تأمین مالی آن رابطه مستقیمی با رشد اقتصادی و شاخص‌های توسعه انسانی دارد (Akinwale, 2021; Esen & Çelik Keçili, 2021; Sağdıç & Yıldız, 2021). در بسیاری از کشورها، افزایش هزینه‌های سلامت بیش از رشد درآمدی بوده و همین امر فشار مضاعفی بر بودجه دولت‌ها و خانوارها وارد کرده است (Bahrami et al., 2019; Daghighi & Abdolsalami, 2018). این موضوع در کشورهای در حال توسعه که اتکا به منابع مالی محدودتر و بخش خصوصی بیشتر است، پیچیدگی‌های خاصی به همراه دارد (Isavi & Moayyedfard, 2021; Shahraki & Ghaderi, 2019). در این شرایط، عدالت در توزیع منابع بهداشتی و توجه به گروه‌های آسیب‌پذیر می‌تواند نقش حیاتی در جلوگیری از تعمیق نابرابری‌ها ایفا کند (Adejumo et al., 2021; Konat, 2021). تحقیقات همچنین نشان می‌دهند که اثرات نابرابری درآمدی و فناوری‌های نوین بر سلامت عمومی خطی نبوده و در سطوح مختلف توسعه اقتصادی به‌گونه‌ای متفاوت ظاهر می‌شوند (Mbau et al., 2023; Zhao & Du, 2021). در کشورهای توسعه‌یافته، وجود زیرساخت‌های کارآمد و سیستم‌های حمایتی، اثرات منفی نابرابری را تعدیل می‌کند، در حالی که در کشورهای در حال توسعه، این اثرات تشدید شده و به کاهش شاخص‌های سلامت منجر می‌شوند (Suzan & Yaşar Dinçer, 2021; Tunali Sarı et al., 2021).

(2021). همین امر اهمیت رویکردهای تحلیلی غیرخطی همچون مدل آستانه‌ای پانل (PSTR) را برجسته می‌سازد تا بتوان تفاوت‌های ساختاری میان کشورها را در نظر گرفت (Gaies, 2022; Gulzar & Ahmed, 2022).

در مجموع، بررسی رابطه میان نابرابری درآمدی، فناوری‌های نوین و سلامت عمومی از منظر غیرخطی می‌تواند شکاف‌های موجود در ادبیات پیشین را پر کرده و بینشی عمیق‌تر برای سیاست‌گذاران فراهم آورد. نتایج چنین پژوهش‌هایی می‌تواند به طراحی سیاست‌های مؤثر در حوزه توزیع درآمد، توسعه زیرساخت‌های فناورانه و بهبود نظام‌های سلامت کمک نماید (Goh, 2025; Love, 2025; Luo et al., 2025; Mbau et al., 2023; Medvedev & Krägeloh, 2025).

هدف پژوهش حاضر بررسی اثرات غیرخطی نابرابری درآمدی و فناوری‌های نوین بر سلامت عمومی در کشورهای منتخب طی دوره ۲۰۱۰ تا ۲۰۲۳ است.

روش پژوهش و مواد

هدف این مطالعه با پیروی از مطالعات (Barro, 1996; Penghui et al., 2022) تحلیل اثرات غیرخطی نابرابری درآمدی و فناوری‌های نوین بر سلامت عمومی در کشورهای منتخب است. شکل عمومی مدل PSTR، باتوجه به این که متغیر وابسته سلامت عمومی افراد (به منظور در نظر گرفتن شاخص بهداشتی در این تحقیق، از شاخص امید به زندگی استفاده شده است. شاخص امید به زندگی تحت تاثیر مراقبت‌های بهداشتی، تغذیه سالم، آرامش روانی بوده و شاخصی است که نشان دهنده کیفیت زندگی است. رشد شاخص امید به زندگی می‌تواند نشانی از کیفیت هزینه‌های بهداشتی در یک کشور باشد. به تعبیری دیگر اگر هزینه‌های بهداشت و درمان به میزان کافی بوده و کارایی استفاده از این منابع در سطحی بالا باشد، می‌توان انتظار داشت که شاخص مربوط به سطح سلامتی ارتقاء یابد. آمار مربوط به این متغیر از سایت سازمان جهانی بهداشت WHO جمع‌آوری می‌شود) و متغیرهای توضیحی؛ شاخص بیکاری (UNE)، مخارج تحقیق و توسعه^۱ (R&D)، نابرابری درآمدی (ضریب جینی؛ شاخصی برای نشان دادن نابرابری در توزیع درآمد) (GINI)، شاخص توسعه فناوری (ICT)، این شاخص از سال ۲۰۰۹ توسط اتحادیه جهانی مخابرات منتشر شده است و شامل سه مؤلفه اصلی دسترسی، استفاده و مهارت می‌باشد. رتبه بندی این شاخص براساس امتیاز صفر تا ده می‌باشد. امتیاز بالاتر به معنی بالا بودن درجه توسعه یافتگی ICT و امتیاز پایینتر به معنی پایین بودن درجه توسعه یافتگی ICT کشورها می‌باشد درآمد سرانه (GDPper)، نرخ تورم (INF)، جمعیت (population): متغیر محیطی مورد استفاده در تحقیق، نرخ شهرنشینی یا سهمی از کل جمعیت است که در نواحی شهری زندگی می‌کنند. این متغیر به صورت بالقوه هم تأثیر مثبت و هم تأثیر منفی بر سلامت دارد. از جنبه مثبت، شهرنشینی اطلاعات سلامتی و دسترسی به خدمات مراقبت‌های بهداشتی درمانی را افزایش می‌دهد. از طرفی علاوه بر بالا بودن هزینه‌های مراقبت درمان در مناطق شهری، شهرنشینی با آلودگی و شلوغی همراه است که تأثیر منفی بر سلامت دارد. با کنار هم قرار دادن هر دو جنبه شهرنشینی، مشخص است که تأثیر این متغیر بر سلامت وابسته به تأثیر خالص (برآیند) این دو جنبه است. CAP: تشکیل سرمایه ثابت ناخالص^۲ (% تولید ناخالص داخلی)، EDU: سرمایه انسانی (سطح تحصیلات)^۳: تأثیر آموزش در این تابع بسیار چشمگیر است چرا که بر انتخاب شغل مناسب، انتخاب رژیم‌غذایی مناسب، اجتناب از عادات ناسالم و... تأثیر داشته و به صورت مستقیم بر کیفیت زندگی افراد به لحاظ سلامتی تأثیر می‌گذارد. متداول‌ترین تعریف برای نرخ باسوادی عبارت است از تعداد افراد باسواد به کل جمعیت ۶ ساله و بالاتر است، به صورت زیر است:

(۱)

$$HE_t = \alpha_0 + \beta_1 UNE_t + \beta_2 R\&D_t + \beta_3 GINI_t + \beta_4 ICT_t + \beta_5 GDPper_t + \beta_6 INF_t + \beta_7 pop_t + \beta_8 EDU_t + \beta_9 CAP_t (\theta_1 UNE_t + \theta_2 R\&D_t + \theta_3 GINI_t + \theta_4 ICT_t + \theta_5 GDPper_t + \theta_6 INF_t + \theta_7 POP_t + \theta_8 EDU_t + \theta_9 CAP_t) F(S_t, \gamma, c) + u_t$$

که در آن تابع گذار F برابر است با:

$$F(\gamma, s_t, c) = (1 + DO\{-\gamma(s_t - c)\})^{-1}, \quad \gamma > 0 \quad (2)$$

1. Research and development expenditure (% of GDP)

2. Gross fixed capital formation (% of GDP)

3. School enrollment, secondary (% gross)

HE_t : بیانگر مخارج بهداشتی، شامل مجموع مخارج بهداشتی است که برای خدمات بهداشتی (پیشگیری و درمان)، برنامه‌های آینده‌نگر خانوار برای دریافت این خدمات (خدمات بیمه‌ای)، تغذیه و کمک‌های اضطراری پیش‌بینی نشده است (منبع داده: بانک جهانی، ۲۰۲۰).

به‌منظور بررسی ویژگی‌های مدل PSTR با تابع انتقال لجستیک بر اساس مدل ون‌دیک (۱۹۹۹)، متغیر وابسته (HE) تنها تابعی از مقادیر وقفه دار خودش باشد. در این صورت با فرض یک تابع انتقال دو رژیم رابطه زیر به دست می‌آید:

$$HE_t = (\theta_0 + \theta_1 y_{t-1} + \dots + \theta_p HE_{t-p}) + (\phi_0 + \phi_1 y_{t-1} + \dots + \phi_p HE_{t-p}) G(DO_t, \gamma, c) + u_t \quad (3)$$

$$G(DO_t, \gamma, c) = \frac{1}{1 + \exp \{-\gamma(DO_t - c)\}}$$

نتایج این مدل یک مدل PSTR دو رژیمی نامیده می‌شود که پارامتر مکان c نقطه‌ای از انتقال بین دو رژیم حدی $G(ICT_t, \gamma, c) = 1$ و $G(ICT_t, \gamma, c) = 0$ را نشان می‌دهد که $G(ICT_t, \gamma, c) = 0.5$ است. γ نشانگر سرعت انتقال بین رژیم‌ها بوده و مقادیر بیشتر γ بیانگر تغییر سریع‌تر رژیم است. جامعه آماری کشورهای منتخب تحقیق با استفاده از شاخص توسعه انسانی (HDI) مطابق با تعریف بانک جهانی انتخاب شده است و برای کشورهای در حال توسعه، کشورهای در حال توسعه نزدیک به ایران انتخاب شده اند برای کشورهای توسعه یافته کشورهای منتخب OECD انتخاب شده‌اند و در نهایت کشورهای در حال توسعه شامل کشورهای؛ آرژانتین، ارمنستان، آذربایجان، برزیل، شیلی، چین، هندوستان، ایران، مالزی، مکزیک، پاکستان و ترکیه و کشورهای منتخب توسعه یافته شامل؛ استرالیا، بلژیک، فرانسه، آلمان، ایتالیا، ژاپن، ایالات متحده آمریکا، انگلیس، هلند، نروژ، دانمارک، کانادا می‌باشند که طی بازه زمانی ۲۰۱۰ تا ۲۰۲۳ و با استفاده از مدل رگرسیون انتقال ملایم پانل (PSTR) به تخمین مدل پرداخته می‌شود. همچنین داده‌های مطالعه از سایت بانک جهانی استخراج شده است.

یافته‌ها

برای تخمین مدل رگرسیون انتقال ملایم پانل، به منظور انتخاب متغیر انتقال، تمامی متغیرهای موجود در مدل توسط آزمون پایایی لوین، لین و چو مورد آزمون قرار گرفته‌اند و تعدادی از متغیرهای مطالعه بایکبار تفاضل گیری (I_1) پایا شدند^۱، همچنین همه متغیرهای موجود در مدل برای انتخاب متغیر انتقال آزمون شدند. از میان متغیرهای آزمون شده، هر متغیری که با احتمال بیشتری فرضیه صفر خطی بودن را رد کند به عنوان متغیر انتقال انتخاب خواهد شد. برای بررسی وجود رابطه خطی یا غیرخطی بین متغیرهای مدل باید بررسی شود که آیا (m تعداد پارامترهای رژیم) یک است یا خیر. لازم به ذکر است که در آزمون‌های ذیل فرض بر آن است که مدل خطی است و فرض مقابل نیز مدل PSTR لجستیک ($m=1$) یا مدل PSTR نمایی ($m=2$) خواهد بود. نتایج آزمون تشخیص در جدول (۱) نشان می‌دهد که خطی بودن مدل (فرض صفر) رد می‌شود؛ بنابراین اثرات غیرخطی نابرابری درآمدی و فناوری‌های نوین بر سلامت عمومی در کشورهای مورد بررسی وجود دارد و قاعدتاً برای برآورد پارامترهای مدل لازم است از روش PSTR استفاده شود.

جدول ۱. نتایج آزمون فرضیه خطی بودن مدل (آزمون BBC)

کشورهای توسعه یافته	فرض صفر	آماره F	سطح معنی داری
کشورهای توسعه یافته	آزمون والد	۳/۹۵۱	۰/۰۰۰
	آزمون فیشر	۳/۷۳۹	۰/۰۰۳
	آزمون LRT	۳/۸۹۳	۰/۰۰۱
کشورهای در حال توسعه	آزمون والد	۴/۴۹۱	۰/۰۰۰
	آزمون فیشر	۳/۶۳۷	۰/۰۰۰
	آزمون LRT	۳/۴۹۱	۰/۰۰۰

^۱. باتوجه به محدودیت تعداد صفحات نتایج برای علاقمندان قابل ارائه می‌باشد، در ضمن متغیرهایی که بایکبار تفاضل گیری پایا شدند، بشکل تفاضلی وارد مدل اصلی شدند.

همان گونه که در نتیجه آزمون انجام شده در جدول (۱) نیز مشهود است فرضیه خطی بودن رابطه بین متغیرها مردود است، بنابراین احتمال وجود رابطه خطی بین متغیرها نفی می‌گردد. همچنین لازم به ذکر است که مدل (PSTR) پیشنهادی توسط متغیر انتقال انتخاب شده به عنوان مدل بهینه جهت برآورد مدل در کشورهای منتخب انتخاب می‌شود. برای این منظور به پیروی از گونزالز و همکاران (۲۰۰۵) و کولیتاز و هارولین (۲۰۰۶) فرضیه صفر وجود الگوی PSTR با یک تابع انتقال در مقابل فرضیه وجود الگوی PSTR با حداقل دو تابع انتقال مورد آزمون قرار گرفته که نتایج آن در جدول (۲) ارائه شده است. نتایج نشان می‌دهد که فرضیه صفر مبنی بر کفایت لحاظ نمودن یک تابع انتقال در هر دو حالت وجود یک و دو حد آستانه‌ای رد نشده است؛ بنابراین یک تابع انتقال قادر به تصریح رفتار غیرخطی نابرابری درآمدی و فناوری‌های نوین بر سلامت عمومی است.

جدول ۲. آزمون وجود رابطه غیرخطی باقیمانده

حالت وجود دو حد آستانه M=۲			حالت وجود یک حد آستانه M=۱		
کشورهای توسعه یافته					
LR	LM _f	LMw	LR	LM _f	LMw
۱/۲۹۸	۱/۳۶۷	۱/۴۲۳	۱/۴۳۹	۱/۴۷۸	۱/۳۶۹
(۰/۸۱۲۳)	(۰/۷۵۶)	(۰/۶۷۸)	(۰/۶۵۲)	(۰/۶۳۲)	(۰/۷۴۵)
کشورهای در حال توسعه					
LR	LM _f	LMw	LR	LM _f	LMw
۱/۴۹۷	۱/۳۶۹	۱/۱۲۳	۱/۳۲۱	۱/۵۲۳	۱/۴۸۹
(۰/۶۱۲)	(۰/۷۵۱)	(۰/۸۲۳)	(۰/۷۹۶)	(۰/۵۸۹)	(۰/۶۱۲)
H.: r=۱, H _۱ : r=۲					

با تأیید وجود رابطه غیرخطی میان متغیرها و کفایت نمودن یک تابع انتقال برای تصریح رفتار غیرخطی در ادامه باید حالت بهینه میان تابع انتقال با یک یا دو حد آستانه‌ای انتخاب گردد. برای این منظور مدل PSTR متناظر با هر یک از این حالت‌ها برآورد خواهد شد و از میان آنها بر اساس معیارهای مجموع مجذور باقی‌مانده‌ها، شوارتز و آکائیک مدل PSTR با لحاظ یک حد آستانه‌ای مدل بهینه است؛ لذا یک مدل PSTR با یک تابع انتقال و یک حد آستانه‌ای برای بررسی رفتار غیرخطی میان متغیرهای مورد مطالعه انتخاب می‌گردد.

با استفاده از یک مدل PSTR که در آن متغیر انتقال نرخ تورم است، تابع اثرات غیرخطی نابرابری درآمدی و فناوری‌های نوین بر سلامت عمومی مدل‌سازی می‌شود. نتایج برآورد قسمت خطی مدل (رژیم اول) نشان می‌دهد که متغیرهای مخارج تحقیق و توسعه (R&D)، شاخص توسعه فناوری (ICT)، درآمد سرانه (GDPper)، سرمایه ثابت ناخالص (CAP) و سرمایه انسانی (EDU) در گروه کشورهای توسعه یافته رابطه مثبت با شاخص سلامت عمومی دارد. همچنین با افزایش درآمد سرانه (GDPper)، سرمایه ثابت ناخالص (CAP) و سرمایه انسانی (EDU)، سلامت عمومی در کشورهای در حال توسعه افزایش می‌یابد. بیکاری (UNE)، نابرابری درآمدی (GINI) و نرخ تورم (INF) در هر دو گروه کشورها منجر به کاهش سلامت عمومی می‌شود.

نتایج برآورد قسمت غیرخطی مدل (رژیم دوم) در هر دو گروه کشورها نشان از وجود رابطه معنی‌دار متغیرهای مطالعه به جز متغیر جمعیت (pop) با شاخص سلامت عمومی را نشان می‌دهد. البته بانگاهی به نتایج جدول (۳) قابل مشاهده است که مقدار اثرگذاری شاخص‌های اصلی مطالعه در کشورهای توسعه یافته بیشتر از کشورهای در حال توسعه است که باتوجه به استحکام زیرساخت‌های اقتصادی، ثبات استراتژی‌های توسعه و بهبود مدیریت توسعه اقتصادی قابل توجیه است. همچنین باتوجه به تأیید مدل غیرخطی در ادامه به تحلیل نتایج بخش غیرخطی مدل پرداخته می‌شود.

بر اساس نتایج، یک واحد افزایش در مخارج تحقیق و توسعه (R&D)، شاخص توسعه فناوری (ICT)، درآمد سرانه (GDPper)، سرمایه ثابت ناخالص (CAP) و سرمایه انسانی (EDU) به ترتیب منجر به افزایش ۰/۱۴، ۰/۱۳، ۰/۳۷، ۰/۲۶ و ۰/۴۶ واحدی شاخص سلامت عمومی در کشورهای توسعه یافته و ۰/۰۹، ۰/۱، ۰/۱۵، ۰/۲۷ و ۰/۲۲ واحدی در

عصمتی و همکاران

کشورهای درحال توسعه می‌شود. همچنین یک واحد افزایش در بیکاری (UNE)، نابرابری درآمدی (GINI) و نرخ تورم (INF) به ترتیب منجر به کاهش ۰/۰۷، ۰/۰۰۲ و ۰/۰۸ واحدی شاخص سلامت عمومی در کشورهای توسعه‌یافته و ۰/۲۳، ۰/۳۱ و ۰/۱۵ واحدی در کشورهای درحال توسعه می‌شود.

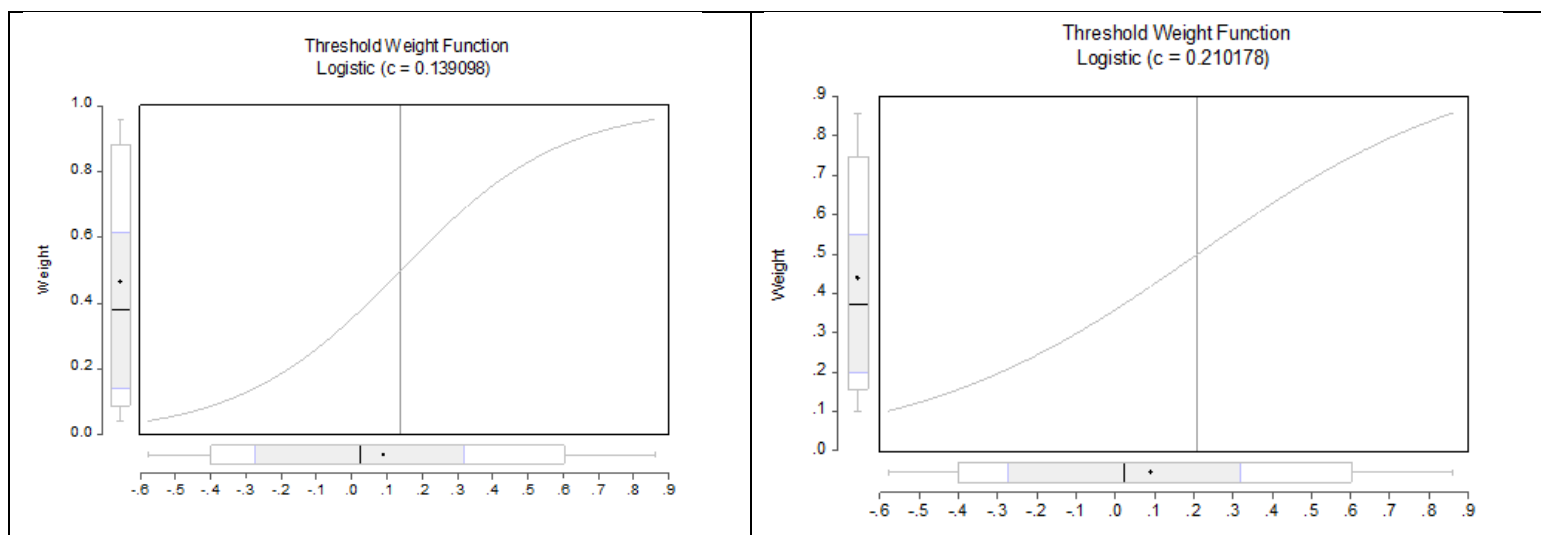
برخورداری افراد از سطوح بالایی آموزشی، افزایش جمعیت، نرخ بالای بیکاری و تورم، علاوه بر تأثیری که بر میزان درآمد و توزیع درآمد آنان می‌گذارد، می‌تواند بر کیفیت زندگی آنان نیز موثر باشد و از این طریق سبب بهبود یا بدتر شدن وضعیت سلامتی در جامعه گردد. از طرفی با افزایش نرخ باسوادی و به تبع آن افزایش آگاهی‌های عمومی، افراد می‌توانند نقش موثرتری در جامعه داشته باشند و از این طریق درآمد بالاتری کسب کنند. به نظر می‌رسد که برقراری رابطه تئوریک مناسب بین متغیرهای موردبحث در کشورهای منتخب در حال توسعه، بیشتر از آنکه تحت تأثیر سیاست‌های اقتصادی دولت قرار داشته باشد، تابع تغییرات اساسی در ساختار و شرایط سیاسی است. علیرغم تلاش و برنامه‌ریزی برای دستیابی به سطوح بالای توسعه، توجه و برنامه‌ریزی لازم در جهت بهبود توسعه فناوری، سرمایه فیزیکی و انسانی بر روی بخش سلامت صورت نگرفته است و عدم توجه لازم و کافی به این امر در برنامه‌ریزی رشد در کشورها می‌تواند توسعه همه‌جانبه و عدالت اجتماعی را بویژه در حوزه سلامت با مشکل مواجه ساخته و در بلندمدت اثرات زیانباری بر فرایند سلامت عمومی از خود بر جای بگذارد. همچنین نتایج مطالعه حاضر با نتایج مطالعات گلزار و احمد (۲۰۲۲)، پنگوئی و همکاران (۲۰۲۲)، راغوپاتی و همکاران^۱ (۲۰۲۰)، افقه و همکاران (۱۳۹۹) و رضاقلی زاده و آقایی (۱۳۹۷) همسو و با نتایج مطالعات جانبی و کیرجا (۲۰۲۲) مخالف می‌باشد.

جدول ۳. برآورد الگو به‌وسیله مدل PSTR

شاخص سلامت عمومی			
کشورهای توسعه‌یافته			
برآورد قسمت خطی مدل			
متغیر	ضریب	احتمال	ضریب
CONSTANT	۰.۴۸۶۴۶۰	۰.۰۰۰۰	۰.۵۸۶۹۰۷
UNE	-۰.۰۳۹۴۷۵	۰.۳۳۷۶	-۰.۱۰۶۸۹۷
R&D	۰.۱۰۷۲۱۹	۰.۰۰۰۰	۰.۰۱۲۵۳۷
GINI	-۰.۰۱۶۵۰۱	۰.۰۰۷۶	-۰.۱۴۴۶۰۲
ICT	۰.۱۰۵۲۹۶	۰.۰۹۸۴	۰.۰۸۷۸۳۶
GDPper	۰.۱۰۸۰۳۷	۰.۰۰۰۲	۰.۰۸۴۷۶۹
INF	-۰.۰۰۶۰۹۵	۰.۰۴۷۰	-۰.۰۹۱۲۷۰
pop	۰.۰۱۶۶۷۰	۰.۳۱۲۵	-۰.۰۴۷۹۱۳
CAP	۰.۱۱۶۷۴۳	۰.۰۰۰۰	۰.۱۰۲۹۵۹
EDU	۰.۰۸۱۱۶۱	۰.۰۰۹۶	۰.۱۳۸۷۷۱
برآورد قسمت غیرخطی مدل			
CONSTANT	۰.۳۲۵۳۸۰	۰.۰۳۷۰	۱.۲۴۵۳۲۶
UNE	-۰.۰۷۵۵۳۴	۰.۰۰۹۲	-۰.۳۱۷۴۱۹
R&D	۰.۱۴۴۰۹۲	۰.۰۰۶۳	۰.۰۹۶۸۹۹
GINI	-۰.۰۰۲۵۴۱	۰.۰۰۰۰	-۰.۲۲۷۴۵۵
ICT	۰.۱۳۶۹۸	۰.۰۰۰۰	۰.۱۰۵۲۹۶
GDPper	۰.۳۷۳۳۹۱	۰.۰۰۴۸	۰.۱۵۶۱۱۱
INF	-۰.۰۸۱۱۶۱	۰.۰۰۹۶	-۰.۱۵۶۶۳۸
pop	۰.۱۷۰۳۱۶	۰.۷۵۵۵	-۰.۰۴۷۹۱۳
CAP	۰.۲۶۱۹۲۴	۰.۰۲۱۳	۰.۲۷۳۱۶۴
EDU	۰.۴۶۸۴۶۲	۰.۰۳۳۱	۰.۲۲۳۹۳۴
(C) حد آستانه‌ای	۰.۲۱۰۱۷۸	۰.۰۰۰۰	۰.۱۳۹۰۹۸
(۷) پارامتر شیب	۰.۷۳۵۷۷۶	۰.۰۰۰۰	۰.۸۰۰۲۶۳

¹.Viju Raghupathi et al

مقایسه ضرایب در دو رژیم مختلف بر اساس متغیر انتقال و مقادیر آن صورت می‌پذیرد و مقدار متغیر انتقال می‌تواند تابع انتقال و در نتیجه رژیم حاکم را تعیین نماید. در تخمین فوق متغیر انتقال نرخ تورم می‌باشد که مقدار حد آستانه برآورد شده برای این متغیر برابر با $0/21$ درصد برای کشورهای توسعه یافته و $0/13$ برای کشورهای درحال توسعه بوده است. بر اساس فاصله ضریب نرخ تورم از این مقدار آستانه الگو از دو رژیم حدى مختلف تبعیت می‌نماید. با مقایسه ضرایب الگو در دو رژیم مختلف ملاحظه می‌گردد که با عبور ضریب نرخ تورم از حد آستانه $(0/13)$ و $(0/21)$ (انتقال از بخش خطی به غیرخطی) واکنش شاخص‌های سلامت به تغییرات این متغیر به شدت افزایش یافته، بدین ترتیب که هر چه ضریب نرخ تورم بیشتر شده است، سیاست‌گذاران تلاش کرده‌اند که با عکس‌العمل بیشتر به آن، شاخص‌های سلامت عمومی را افزایش دهند.



شکل ۱. ارتباط بین تابع انتقال و متغیر انتقال ضریب نرخ تورم

در مطالعه حاضر از آزمون دوربین واتسون برای بررسی خودهمبستگی استفاده می‌شود.

جدول ۴. نتایج آزمون خودهمبستگی

آماره F	Prob	دوربین واتسون
۱/۱۲۹	۰/۶۳۲	۲/۴۱
۱/۱۹۷	۰/۵۴۷	۲/۳۷۸

همان‌طور که در جدول فوق مشهود است، نتایج آزمون خودهمبستگی دوربین واتسون نشان می‌دهد، بین اجزای اخلاص همبستگی وجود ندارد، بنابراین فرض سوم استاندارد کلاسیک مبنی بر عدم خودهمبستگی بین جملات خطا نقض نمی‌گردد. از این رو تخمین‌زنده‌ها از ویژگی‌های لازم (حداقل واریانس و کارایی) برخوردارند. یکی دیگر از فروض استاندارد کلاسیک فرض واریانس همسانی است، در مطالعه حاضر از آزمون بروش - پاکان - گادفری استفاده می‌شود.

جدول ۵. نتایج آزمون ناهمسانی واریانس

آماره F	Prob	بروش - پاکان - گادفری
۱/۲۹۴	۰/۴۸۱	۱/۲۱۹
۱/۴۳۷	۰/۴۱۲۳	۱/۳۶۷

همان‌طور که در جدول مشاهده می‌گردد، نتایج آزمون حکایت از عدم وجود ناهمسانی واریانس دارند.

از دیگر سنجه‌های مناسب برای ارزیابی کیفیت مدل تخمین زده شده، بررسی تغییرات ضرایب بین دو رژیم است. در صورتی که مدل برآورد شده تخمین مناسبی باشد، انتظار می‌رود ضرایب با تغییر رژیم ثابت و بدون تغییر باقی بمانند.

جدول ۶. نتایج آزمون ثبات پارامتر انتقال هموار

فرض صفر	F آماره	Prob
$b_1=b_2=b_3=b_4=0$	۰/۶۱۲	۰/۷۴۱
$b_1=b_2=b_3=0$	۰/۷۹۸	۰/۵۴۱
$b_1=b_2=0$	۰/۶۳۱	۰/۷۷۱
$b_1=0$	۰/۸۹۴	۰/۵۳۲
$b_1=b_2=b_3=b_4=0$	۰/۵۱۴	۰/۸۶۱
$b_1=b_2=b_3=0$	۰/۶۳۷	۰/۶۷۴
$b_1=b_2=0$	۰/۶۳۷	۰/۶۳۲
$b_1=0$	۰/۷۱۴	۰/۵۱۷

همان‌طور که در جدول نیز مشهود است، آزمون ثابت ماندن ضرایب بین دو رژیم نشان می‌دهد ضرایب در اثر تغییر رژیم تغییر نمی‌کنند.

بحث و نتیجه‌گیری

یافته‌های پژوهش حاضر نشان داد که نابرابری درآمدی، بیکاری و نرخ تورم به‌طور معناداری موجب کاهش شاخص سلامت عمومی در کشورهای منتخب توسعه‌یافته و در حال توسعه می‌شوند، در حالی که سرمایه‌گذاری در تحقیق و توسعه، توسعه فناوری‌های نوین، سرمایه انسانی، سرمایه ثابت ناخالص و افزایش درآمد سرانه اثر مثبت و معناداری بر سلامت عمومی برجای گذاشتند. این نتایج بیانگر آن است که سلامت عمومی مفهومی چندبعدی است که تحت تأثیر هم‌زمان متغیرهای اقتصادی، اجتماعی و فناورانه قرار دارد و اثرات این متغیرها خطی نبوده و بسته به شرایط اقتصادی و سطح توسعه‌یافتگی کشورها می‌تواند شدت و جهت متفاوتی داشته باشد.

یافته‌ها در خصوص اثر مثبت سرمایه‌گذاری در تحقیق و توسعه و فناوری‌های نوین بر سلامت عمومی همسو با نتایج پژوهش‌هایی است که به نقش فناوری‌های نوین در بهبود شاخص‌های بهداشتی و ارتقای کیفیت زندگی پرداخته‌اند. برای نمونه، توسعه فناوری‌های دیجیتال در بخش سلامت موجب ارتقای آگاهی عمومی، دسترسی آسان‌تر به خدمات درمانی و کاهش هزینه‌های مراقبتی می‌شود (Goh, 2025; Lee, 2025). افزون بر این، استفاده از هوش مصنوعی در نظام‌های سلامت و آموزش عمومی نیز می‌تواند زمینه ارتقای کارایی خدمات سلامت و مدیریت مؤثرتر بیماری‌ها را فراهم آورد (Love, 2025). نتایج این مطالعه همچنین با پژوهش‌هایی همخوانی دارد که تأکید کرده‌اند فناوری‌های نوین می‌توانند با کاهش نابرابری در دسترسی به خدمات درمانی، شکاف‌های موجود در سلامت عمومی را کاهش دهند (Haregu et al., 2025; Luo et al., 2025).

افزایش سرمایه انسانی نیز به‌عنوان یکی از متغیرهای اثرگذار بر سلامت عمومی تأیید شد. بر اساس نتایج، آموزش و ارتقای سطح تحصیلات نقش مهمی در انتخاب سبک زندگی سالم، اجتناب از رفتارهای پرخطر و ارتقای کیفیت زندگی دارد. این نتیجه همسو با پژوهش‌هایی است که سرمایه انسانی را به‌عنوان یکی از عوامل کلیدی در تبیین ارتباط بین سلامت و توسعه اقتصادی معرفی کرده‌اند (Hatak & Zhou, 2021; Özdoğan Özbai, 2021; Thinagar et al., 2021). همچنین می‌توان بیان کرد که افزایش سواد عمومی و توسعه سرمایه انسانی منجر به افزایش آگاهی‌های سلامت و در نتیجه بهبود وضعیت عمومی سلامت جامعه می‌شود (Zhao & Du, 2021).

از سوی دیگر، یافته‌ها حاکی از اثر منفی نابرابری درآمدی و بیکاری بر سلامت عمومی بود. این یافته‌ها با شواهد پژوهشی گسترده‌ای همخوانی دارند که نشان داده‌اند نابرابری درآمدی منجر به کاهش امید به زندگی، افزایش استرس‌های روانی و تضعیف سرمایه اجتماعی می‌شود (Canbay & Kirca, 2022; Gulzar & Ahmed, 2022; Nathaniel, 2021). همچنین بیکاری به‌طور مستقیم بر کیفیت زندگی و سلامت روان افراد اثر می‌گذارد و از طریق کاهش درآمد، دسترسی خانوارها به خدمات بهداشتی و

درمانی را محدود می‌سازد (Odhiambo, 2021; Olayiwola et al., 2021). این نتایج همسو با مطالعاتی است که بیکاری را یکی از مهم‌ترین ریسک‌فاکتورهای اجتماعی مؤثر بر سلامت عمومی معرفی کرده‌اند (Esen & Çelik Keçili, 2021; Mbau et al., 2023).

اثر منفی تورم بر سلامت عمومی در هر دو گروه از کشورها نیز یافته مهمی بود. افزایش نرخ تورم با کاهش قدرت خرید خانوارها همراه است و این امر موجب می‌شود بخش بزرگی از درآمد صرف نیازهای اولیه مانند غذا و مسکن شود و منابع کمتری برای خدمات بهداشتی باقی بماند. این موضوع در پژوهش‌های پیشین نیز مورد تأیید قرار گرفته است و نشان داده شده است که فشار تورمی علاوه بر تأثیر بر هزینه‌های خانوار، می‌تواند باعث کاهش سرمایه‌گذاری دولت در حوزه سلامت شود (Bahrami et al., 2019; Isavi, 2019; Moayyedfard, 2021; Shahraki & Ghaderi, 2019).

نکته مهم دیگر در نتایج این مطالعه، تفاوت میزان اثرگذاری متغیرها در کشورهای توسعه‌یافته و درحال توسعه بود. برای مثال، سرمایه انسانی و سرمایه ثابت ناخالص در کشورهای توسعه‌یافته اثر بیشتری بر سلامت عمومی داشتند، در حالی که در کشورهای درحال توسعه شدت اثرگذاری کمتر بود. این امر را می‌توان ناشی از تفاوت در زیرساخت‌های اقتصادی و اجتماعی، کیفیت نظام سلامت و سطح توسعه فناوری دانست. در همین راستا پژوهش‌هایی نشان داده‌اند که در کشورهای با نظام‌های سلامت کارآمدتر، سرمایه‌گذاری‌های آموزشی و فناوری با کارایی بالاتری به بهبود شاخص‌های سلامت عمومی منجر می‌شوند (Gaies, 2022; Suzan & Yaşar Dinçer, 2021; Tunalı Sarı et al., 2021).

یافته‌ها همچنین نشان می‌دهند که مخارج تحقیق و توسعه اثر معناداری در بهبود شاخص‌های سلامت عمومی دارد. این نتیجه با دیدگاه‌هایی همخوانی دارد که تحقیق و توسعه را بستر اصلی گذار به اقتصاد دانش‌محور و یکی از عوامل کلیدی در ارتقای کیفیت خدمات سلامت می‌دانند (Penghui et al., 2022; Ying et al., 2022). سرمایه‌گذاری در تحقیق و توسعه نه تنها موجب نوآوری در بخش دارویی و درمانی می‌شود، بلکه راهکارهایی برای ارتقای کارایی نظام سلامت و کاهش هزینه‌های درمانی فراهم می‌آورد.

در کنار این موارد، نتایج مطالعه با برخی پژوهش‌ها نیز همخوانی نداشت. برای مثال، برخلاف یافته‌های حاضر که نشان داد نابرابری درآمدی اثر منفی بر سلامت عمومی دارد، برخی مطالعات در کشورهای خاص به این نتیجه رسیده‌اند که رابطه مستقیم یا خنثی بین این دو متغیر وجود دارد، که این تفاوت می‌تواند ناشی از عوامل نهادی و سیاست‌های بازتوزیعی متفاوت باشد (Konat, 2021; Sağdıç & Yıldız, 2021).

در مجموع، یافته‌های این پژوهش نشان داد که سلامت عمومی متأثر از ترکیب پیچیده‌ای از متغیرهای اقتصادی، اجتماعی و فناورانه است و سیاست‌گذاران برای ارتقای سلامت جامعه باید به این ابعاد مختلف به صورت هم‌زمان توجه کنند. به‌ویژه در کشورهای درحال توسعه، توجه به نقش فناوری‌های نوین و سرمایه‌گذاری در سرمایه انسانی می‌تواند ابزار مؤثری برای کاهش نابرابری‌ها و بهبود وضعیت سلامت عمومی باشد.

این مطالعه، علی‌رغم ارائه نتایج ارزشمند، با محدودیت‌هایی نیز مواجه بوده است. نخست آنکه داده‌های مورد استفاده از منابع ثانویه بین‌المللی استخراج شده‌اند و امکان وجود خطا یا تفاوت در شیوه گردآوری داده‌ها میان کشورها وجود دارد. دوم آنکه مدل مورد استفاده یعنی رگرسیون انتقال ملایم پانل (PSTR) هرچند توانایی شناسایی روابط غیرخطی را دارد، اما همچنان محدودیت‌هایی در در نظر گرفتن شوک‌های برون‌زا و تفاوت‌های نهادی کشورها دارد. علاوه بر این، مطالعه حاضر تنها بر دوره زمانی ۲۰۱۰ تا ۲۰۲۳ متمرکز بوده و ممکن است تغییرات ساختاری بلندمدت یا اثرات بحران‌های آینده (مانند پاندمی‌ها) به طور کامل منعکس نشده باشد.

پژوهش‌های آینده می‌توانند با استفاده از داده‌های خرد و خانوار، ابعاد دقیق‌تری از تأثیر نابرابری درآمدی بر سلامت عمومی را بررسی کنند. همچنین به‌کارگیری روش‌های تحلیلی پیشرفته‌تر همچون مدل‌های شبکه‌ای یا مدل‌های پویا می‌تواند تصویر جامع‌تری از اثر متغیرها ارائه دهد. بررسی نقش نهادهای سیاسی و کیفیت حکمرانی نیز به عنوان متغیرهای واسطه‌ای می‌تواند به درک عمیق‌تر ارتباط میان نابرابری درآمدی، فناوری و سلامت عمومی کمک کند. علاوه بر این، مقایسه میان کشورهای با ساختارهای نهادی و فرهنگی متفاوت می‌تواند دیدگاه‌های تازه‌ای را برای تعمیم‌پذیری نتایج فراهم سازد.

سیاست‌گذاران باید با تدوین راهبردهای جامع، سرمایه‌گذاری در بخش سلامت را به‌عنوان یک اولویت ملی در نظر بگیرند. ایجاد نظام‌های حمایتی کارآمد برای گروه‌های آسیب‌پذیر، تقویت زیرساخت‌های فناورانه و افزایش سرمایه‌گذاری در آموزش می‌تواند زمینه کاهش نابرابری و ارتقای شاخص‌های سلامت عمومی را فراهم آورد. همچنین، توجه ویژه به نقش بخش خصوصی و تنظیم‌گری کارآمد در این حوزه می‌تواند به ایجاد تعادل میان منافع اقتصادی و اهداف اجتماعی کمک کند. نهایتاً، طراحی سیاست‌های توزیع عادلانه درآمد و استفاده از فناوری‌های نوین در ارائه خدمات سلامت می‌تواند راهکاری مؤثر برای بهبود سلامت عمومی در کشورهای مختلف باشد.

مشارکت نویسندگان

در نگارش این مقاله تمامی نویسندگان نقش یکسانی ایفا کردند.

تشکر و قدردانی

از تمامی کسانی که در طی مراحل این پژوهش به ما یاری رساندند تشکر و قدردانی می‌گردد.

تعارض منافع

در انجام مطالعه حاضر، هیچ‌گونه تضاد منافی وجود ندارد.

حمایت مالی

این پژوهش حامی مالی نداشته است.

موازن اخلاقی

در انجام این پژوهش تمامی موازن و اصول اخلاقی رعایت گردیده است.

References

- Adejumo, O. O., Asongu, S. A., & Adejumo, A. V. (2021). Education enrolment rate vs employment rate: Implications for sustainable human capital development in Nigeria. *International Journal of Educational Development*, 83, 102385. <https://doi.org/10.1016/j.ijedudev.2021.102385>
- Akinwale, Y. O. (2021). Health expenditure, economic growth and life expectancy at birth in resource rich developing countries: a case of Saudi Arabia and Nigeria. *Journal of Economic Cooperation and Development*, 42(2), 1-22.
- Bahrami, M. A., Pakdaman, M., Ranjbar, M., Yousefzadeh, S., Kazemi Nasab, M., Izadi, R., & Mokhtari, M. (2019). The Impact of Selected Health, Environmental, and Economic Indicators on Health Expenditures in Developed and Developing Countries. *Health Management Strategies*, 2(1), 8-20.
- Barro, R. (1996). *Determinants of economic growth: a cross-country empirical study*. <https://doi.org/10.3386/w5698>
- Canbay, Ş., & Kırca, M. (2022). Health expenditures (total, public and private) and per capita income in the BRICS+ T: panel bootstrap causality analysis. *Journal of Economics, Finance and Administrative Science*. <https://doi.org/10.1108/JEFAS-06-2021-0105>
- Daghighi, A., & Abdolsalami, M. (2018). The Role of Good Governance in the Impact of Government Expenditures on the Health Sector: A Case Study of Selected Developing Countries. *Economic Journal (Bi-Monthly Review of Economic Issues and Policies)*, 18(3-4), 5-21.
- Esen, E., & Çelik Keçili, M. (2021). Economic growth and health expenditure analysis for Turkey: Evidence from time series. *Journal of the Knowledge Economy*, 1-15. <https://doi.org/10.1007/s13132-021-00789-8>
- Gaies, B. (2022). Reassessing the impact of health expenditure on income growth in the face of the global sanitary crisis: the case of developing countries. *The European Journal of Health Economics*, 1-22. <https://doi.org/10.1007/s10198-022-01433-1>
- Goh, J. J. K. (2025). Sustainable Health Systems and Public Health. 1-23. https://doi.org/10.1007/978-981-97-1788-0_34-1
- Gulzar, R., & Ahmed, N. (2022). Nexuses between Economic Growth and Health Indicators: Evidence from Pakistan. *Journal of Economic Sciences*, 1(2), 137-151. <https://doi.org/10.55603/jes.v1i2.a5>

- Haregu, T., Kwaśnicka, D., Shrestha, A., Lynch, C., Absetz, P., Miranda, J. J., Vu, G. T., & Oldenburg, B. (2025). Improving the Sustainability of Public Health Interventions: The INNOVATE Model. *Global Implementation Research and Applications*. <https://doi.org/10.1007/s43477-025-00149-7>
- Hatak, I., & Zhou, H. (2021). Health as human capital in entrepreneurship: individual, extension, and substitution effects on entrepreneurial success. *Entrepreneurship Theory and Practice*, 45(1), 18-42. <https://doi.org/10.1177/1042258719867559>
- Isavi, M., & Moayyedfard, A. (2021). Budgetary Trend and Financing Methods of Iran's Health Sector: An Operational Proposal. *Quarterly Journal of Health Management*, 24(4), 71-83. <https://doi.org/10.52547/jha.24.4.71>
- Konat, G. (2021). Health expenditure and economic growth relationship: panel data analysis for OECD countries. *Journal of Yaşar University*, 16(61), 348-360. <https://doi.org/10.19168/jyasar.787814>
- Lee, K. A. V. (2025). Artificial Intelligence and Public Health. 127-157. <https://doi.org/10.1016/b978-0-443-15728-8.00003-3>
- Love, A. S. (2025). Artificial Intelligence in Public Health Education: Navigating Ethical Challenges and Empowering the Next Generation of Professionals. *Health Promotion Practice*. <https://doi.org/10.1177/15248399251320989>
- Luo, H., Ma, S., Tian, J., & Dong, H. (2025). Understanding the Behavioral Intentions of MaaS During Public Health Events. *Frontiers in psychology*, 15. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2024.1517783>
- Masłowska, E., Guo, Z., Oh, S. H., & Smit, E. S. (2025). Exploring Public Health Agencies' Communication on Social Media in the Early Stages of the Covid-19 Pandemic. *European Journal of Health Communication*, 6(1), 1-26. <https://doi.org/10.47368/ejhc.2025.101>
- Mbau, R., Musiega, A., Nyawira, L., Tsofa, B., Mulwa, A., Molyneux, S., & Barasa, E. (2023). Analysing the efficiency of health systems: a systematic review of the literature. *Applied Health Economics and Health Policy*, 21(2), 205-224. <https://doi.org/10.1007/s40258-022-00785-2>
- Medvedev, O. N., & Krägeloh, C. U. (2025). From Clinic to Community: A Public Health Approach to Mindfulness. *Mindfulness*. <https://doi.org/10.1007/s12671-025-02550-7>
- Mushkin, S. J. (1962). Health as an investment. *Journal of Political Economy*, 70(5), 129-157. <https://doi.org/10.1086/258730>
- Nathaniel, S. P. (2021). Environmental degradation in ASEAN: assessing the criticality of natural resources abundance, economic growth and human capital. *Environmental Science and Pollution Research*, 28(17), 21766-21778. <https://doi.org/10.1007/s11356-020-12034-x>
- Odhiambo, N. M. (2021). Health expenditure and economic growth in sub-Saharan Africa: an empirical investigation. *Development Studies Research*, 8(1), 73-81. <https://doi.org/10.1080/21665095.2021.2007782>
- Olayiwola, S. O., Bakare-Aremu, T. A., & Abiodun, S. O. (2021). Public health expenditure and economic growth in Nigeria: testing of Wagner's hypothesis. *African Journal of Economic Review*, 9(2), 130-150.
- Özdoğan Özbal, E. (2021). Dynamic effects of higher education expenditures on human capital and economic growth: an evaluation of OECD countries. *Policy Reviews in Higher Education*, 5(2), 174-196. <https://doi.org/10.1080/23322969.2021.1893125>
- Penghui, X., Xicang, Z., & Haili, L. (2022). Direct and indirect effects of health expenditure on economic growth in China. *Eastern Mediterranean Health Journal*, 28(3). <https://doi.org/10.26719/emhj.22.007>
- Sağdıç, E. N., & Yıldız, F. (2021). An empirical investigation on the relationship between public health expenditures and economic growth in Turkey. *International Journal of Afro-Eurasian Research*, 6(12), 14-31.
- Schultz, T. W. (1961). Invest in human capital. *The American economic review*, 51(1), 1-17.
- Shahraki, M., & Ghaderi, S. (2019). The Impact of Socio-economic Factors on Household Health Expenditures: A Two-Stage Homogeneous Method. *Journal of the Faculty of Paramedical Sciences, Tehran University of Medical Sciences (Payavard-e Salamat)*, 13(2), 160-171.
- Sökmen, F. Ş. (2021). Does health expenditures affect economic growth in BRICS-T countries? An empirical investigation. *Journal of Academic Researches and Studies*, 13(24), 1-10.
- Suzan, O., & Yaşar Dinçer, F. C. (2021). The effect of educational and health expenditures on economic growth in OECD countries: a panel data analysis. *International Journal of Management Economics and Business*, 17(1), 47-62.
- Thinagar, S., Ismail, M. K., Vy, L. A., & Haron, A. A. (2021). Human capital investment and economic growth: a study on ASEAN countries. *International Journal of Academic Research in Business and Social Sciences*, 11(18), 12-24. <https://doi.org/10.6007/IJARBS/v11-i18/11425>
- Tunalı Sarı, N., Özkan, E., & Yıldırım, S. (2021). The relationship between health expenditures and economic growth: a panel data analysis on Euro countries. *Izmir Journal of Economics*, 36(1), 191-210. <https://doi.org/10.24988/ije.202136113>
- Ying, S., Leone, D., Cicchiello, A. F., Cicchiello, A. F., & Kazemikhasragh, A. (2022). Industrial dynamics and economic growth in health-care context. *Journal of Business & Industrial Marketing*, 37(8), 1706-1716. <https://doi.org/10.1108/JBIM-11-2020-0513>
- Zhao, R., & Du, Y. (2021). The impact of higher education and human capital quality on "local-neighborhood" economic growth". *Best Evidence in Chinese Education*, 8(1), 1041-1057. <https://doi.org/10.15354/bece.21.ar22>